An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. de Méx. 51, (1980) Ser. Zool. (1): 459-476, 28-XII-1981

USO DE MICROONDAS EN EL CONTROL DE *SITOTROGA CEREALELLA* (OLIV.) (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE) Y SU EFECTO EN LA VIABILIDAD, GERMINACIÓN Y VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ (*ZEA MAYS*)

JULIETA RAMOS-ELORDUY DE CONCONI*
VÍCTOR A. MACHAÍN CASTELL DE ORO**
JOSÉ M. PINO MORENO*

RESUMEN

Se estudia el porcentaje de mortalidad obtenido en cada uno de los estados del desarrollo de *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera Gelechiidae), después de ser expuestos durante diferentes tiempos a las microondas.
Las larvas son las más resistentes a esta radiación, ya que para lograr el 100% de mortalidad se requirió la dosis más elevada (120 segundos), lo que en el resto de los estados se alcanza prácticamente ya desde los 80 segundos.
La germinación del maíz se ve más afectada que la viabilidad del mismo, no existiendo un cambio significativo en su valor nutritivo.

Palabras clave: Microondas, *Sitotroga cerealella,* Insecta, Lepidotera, Maíz, *Zea mays.*

SUMMARY

The mortality percentage of the different stages of *Sitotroga cerealella* (Oliv.) after their exposure to various doses of microwave radiation, was studied.
The larval stage is the most resistant as they needed the higher dose (120 seconds) to obtain a 100% mortality; the other stages arrived to this point in about 80 seconds.
Corn germination is more affected than viability, and there is no other significative change in its nutritive value.

Key words: Microwaves, *Sitotroga cerealella,* Insecta, Lepidoptera, Corn, *Zea mays.*

INTRODUCCIÓN

La necesidad imperiosa y cada día mayor de disponer de alimentos para consumo de la población humana en constante incremento ha obligado al hombre a buscar medios apropiados para conservar sus granos y semillas, con el mínimo de pérdida y durante un mayor tiempo de almacenamiento.

* Instituto de Biología, UNAM, Laboratorio de Entomología.
** Becario del Instituto de Biología, UNAM.

Las plagas que más daño causan a los granos son los insectos; se ha estimado que la quinta parte de la cosecha se pierde a causa de su ataque y un diez por ciento más durante su estado de almacenamiento (Bernarde, 1970).

Entre los métodos físicos utilizados a nivel experimental para el combate de estas plagas, se encuentra el empleo de las microondas. Estas son radiaciones de tipo no ionizante, ya que su energía está abajo de 12 electronvolts, los cuales se consideran como el límite más bajo para ionizar sistemas biológicos (Michaelson, S. L., 1972). Este tipo de radiación causa la excitación de los electrones aumentando la energía cinética de las moléculas, produciéndose entonces un calentamiento general en todo el medio, que se conoce como calentamiento volumétrico, el cual es el principal efecto de las microondas y se le denomina "efecto térmico". Entre otros efectos se han registrado la alteración de células nerviosas (Albert, E. N., et. al., 1975), daños cromosómicos, aumento de la permeabilidad de la membrana celular, inhibición del crecimiento celular, formación de células atípicas y "diferenciación de los linfocitos in vitro" (Szmigielski, S., et. al., 1975).

Actualmente la técnica de las microondas está siendo adoptada cada vez a un mayor número de aplicaciones como es en comunicaciones, astronomía, en el estudio de las propiedades físicas y químicas de la materia, en la industria, en medicina y aun para uso público como los hornos de cocina (Atwater, H. A., 1962).

Aquí se estudia a *Sitotroga cerealella* (Oliv.), la cual se conoce comúnmente como "palomilla dorada del maíz". Es una de las plagas más importantes de los granos almacenados en México. Es un insecto cosmopolita, que parasita al maíz, al trigo y a otros granos, alcanzando altos niveles el porcentaje de su daño.

Hasta ahora, solamente Kirkpatrick, R. L. et. al. (1971) y Tilton, E. W., et. al. (1972), han realizado estudios sobre ella, usando microondas; el primero sólo empleó larvas del 3º y 4º estadios de una muestra de 200 gr de trigo y únicamente midió el porcentaje de emergencia de adultos; el segundo combinó el efecto de la radiación gamma y el de las microondas, calculando por el tiempo de infestación del trigo los estados que irradiaba, de tal manera que el efecto real de este tipo de radiación en cada uno de los estados de desarrollo de este insecto no se conocía, por lo que nosotros emprendimos su estudio, determinando también dosis letales, además de ver la viabilidad, germinación y variación en el valor nutritivo del maíz expuesto a esta radiación.

Material y Método

La presente investigación se efectuó en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM.

Los individuos se mantuvieron en maíz cacahuazintle previamente desinfectado, cuyos granos tenían un 13% de humedad relativa, la cual fue medida en un Steinlite RCT-B. Estos cultivos se tuvieron en una cámara a 24 ± 4°C y una humedad relativa de 66 ± 4%.

Para la irradiación se utilizó un horno de microondas comercial marca "Panasonic", modelo NE-5610 de 500 watts y 2,450 megahertz.

Las dosis fueron dadas en razón del tiempo de exposición (Kirkpatrick, R. L.,

et. al., 1971, ellas fueron 20, 40, 60, 80 100 y 120 segundos. Cada una de las dosis se aplicó a cada uno de los estados del desarrollo del insecto. Para cada dosis se realizaron cuatro repeticiones y un testigo.

Para cada experimento se emplearon 30 individuos, lo cual arroja el uso de 150 individuos por dosis, 900 individuos por estado de desarrollo y un total de 3,600 individuos.

Las revisiones después de la irradiación fueron en diferentes intervalos, según el tiempo de cada estado en el ciclo de vida y hasta la muerte de los adultos emergidos en cada dosis y en cada estado.

Teniéndose los siguientes tiempos de revisión:

Huevecillos	10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 días.
Larvas	10, 20, 30, 40, 50 y 60 días.
Pupas	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 y 24 días.
Adultos	Inmediatamente después de la irradiación y a los 3, 6, 9 y 12 días.

Los huevecillos se obtuvieron por el método de Mills (1965). Las larvas y pupas se extrajeron del grano y los adultos directamente de los frascos con la ayuda de un aspirador.

Los individuos se irradiaron en frascos de plástico de 40 ml de capacidad, a los cuales, después del tratamiento, se les suministraron 15 gr de maíz cacahuazintle que tenía las mismas condiciones que el de los cultivos, colocándose posteriormente en la cámara hasta su revisión.

Los resultados se expresan en gráficas y fueron analizados estadísticamente con la prueba *F* de varianza.

La viabilidad de las semillas de maíz se determinó utilizando el método de Tetrazolio (Jenzen, C. O., et. al., 1951), habiéndose tratado 100 semillas por cada dosis y 100 semillas no irradiadas como testigo. El mismo número de granos fueron empleados para las pruebas de germinación que se efectuaron en un invernadero del Jardín Botánico Exterior de la UNAM.

El análisis químico del maíz fue realizado por el método de la AOAC (1960), en el Laboratorio de Nutrición y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, para conocer la variación en el porcentaje de proteínas, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno del testigo y del maíz tratado.

Resultados y Discusión

En general se puede decir que existe una relación inversamente proporcional entre el tiempo de exposición a las microondas de los diferentes estados del desarrollo de *Sitotroga cerealella* (Oliv.) y el porcentaje de supervivencia.

En la gráfica 1, se puede apreciar que el tiempo de exposición a las microondas que se necesitó para producir un 100% de mortalidad en los huevecillos, fue de 100 y 120 segundos, ya que al ser revisados éstos a los 10 días después

del tratamiento, se hizo patente que no hubo nacimientos. En la dosis correspondiente a 80 segundos, sólo hubo un 1.67% de nacimientos de los mismos; sin embargo, las larvas que provenían de estos huevecillos, no fueron viables, ya que a los 20 días después del tratamiento se llegó a un 100% de mortalidad. En todos los demás casos en los que fueron tratados los huevecillos (20, 40 y 60 segundos), no se llegó a la total mortandad, ya que incluso hubo individuos que fueron capaces de alcanzar los diferentes estados del desarrollo y llegar a ser adultos.

Por otra parte, en la gráfica 2, se presentan los valores obtenidos para las dosis letales calculadas a los 10 días; teniendo una dosis letal media (DL_{50}) de 35 segundos de exposición a las microondas, y para la dosis letal cien (DL_{100}) se tuvo un valor de 100 segundos.

Con relación a los resultados obtenidos de la exposición del estado larvario a las microondas, la gráfica 3, muestra el porcentaje de supervivencia desde su tratamiento hasta que el estado adulto finalizó. En ellas se ve que para este estado del desarrollo una mortalidad del 100% sólo se logró a los 120 segundos de exposición a la radiación.

También se observa que la mortalidad en el testigo a los 10 días fue del 62.5%, la cual se puede deber tanto a la mortalidad natural como al efecto de la manipulación; sin embargo, en los casos en que las larvas fueron tratadas, la mortalidad siempre fue mayor que la encontrada en el testigo, ya que por ejemplo la mortalidad en el caso de una exposición de 20 segundos, fue del 79.17% y mayor para los tiempos de exposición correspondiente a los 40, 60, 80 y 100 segundos, hasta llegar al 100% a los 120 segundos en el mismo tiempo (10 días). Como caso particular, se puede apreciar que en la dosis de 80 segundos, existe un mayor porcentaje de supervivencia en relación con las dosis de 40 y 60 segundos.

Con referencia al de la dosis letal media (DL_{50}) calculada a los diez días después del tratamiento (Gráfica 4) tenemos que es de 10 segundos de exposición a las microondas, mientras que para lograr la dosis letal cien (DL_{100}) el valor estimado es de 110 segundos.

Para el estado pupal, los resultados relativos al porcentaje de supervivencia se presentan en la gráfica 5. A semejanza con los dos estados previos del desarrollo del insecto, se siguió el ciclo de vida a partir del estado en que se sometía a tratamiento el insecto, hasta que finalmente morían los adultos. En la gráfica, se puede observar la muy baja mortalidad que existió en las pupas testigo hasta los 12 días, siendo en este tiempo sólo del 4.17%; mientras que para las diferentes dosis, a partir de la de 20 segundos, ésta ya alcanzaba un valor de 31.67%, en la de 40 segundos era de 95% y en la dosis de 60 segundos la mortalidad representa el 99.17%. Para este mismo tiempo ,en la dosis correspondiente a los 80, 100 y 120 segundos ya se llegó a un 100% de mortalidad, lo cual ha sido logrado a los 6 días después del tratamiento en la dosis de 80 segundos, y a los 2 días en la dosis de 100 y 120 segundos.

En relación con las dosis letales, éstas fueron calculadas igualmente a los 10 días después del tratamiento de las pupas, como se ve en la gráfica 6, dando valores de 26 y 73 segundos de exposición a la fuente de las microondas, para la dosis letal media (DL_{50}) y letal cien (DL_{100}) respectivamente.

Finalmente, tenemos los resultados correspondientes al estado adulto (Gráfica 7); en éstos se observa un alto porcentaje de mortalidad inmediatamente después del tratamiento en todas las dosis, en relación con el testigo, ya que en este último sólo se encontró un 2.5% de mortalidad; en los lotes tratados, la mortalidad fue: de 32.5% en la dosis de 20 segundos, 86.66% en la de 40 segundos, un 97.50% en las de 60 y 80 segundos, hasta 100% en las dosis de 100 y 120 segundos.

En cuanto a los valores para las dosis letales (Gráfica 8), éstos se obtuvieron para el instante inmediatamente después de la irradiación, encontrando así 18.5 segundos para la dosis letal media (DL_{50}) y 86 segundos para la dosis letal cien (DL_{100}).

En la gráfica 9 y la tabla I, se presenta el porcentaje de individuos de la palomilla que alcanzó el estado adulto. Aquí se puede ver claramente que siempre se obtuvo un mayor porcentaje de adultos en los testigos (se indican en el eje vertical de la gráfica), que en cualquiera de las dosis con que fueron tratados los estados inmaduros del insecto.

En la gráfica número 10 y la tabla II se ve que tanto la viabilidad como la germinación de los granos de maíz fue grandemente afectada por la exposición a las microondas, ya que en la dosis de 80, 100 y 120 segundos se llegó a un valor de cero tanto en el porcentaje de viabilidad, como en el de germinación.

Por otro lado, se puede decir que en el tratamiento de 20 segundos hubo un efecto mínimo sobre la viabilidad y la germinación, ya que se presentan valores muy similares a los registrados para los testigos. En relación con las dosis de 40 y 60 segundos, éstas tuvieron un efecto mayor sobre la germinación que sobre la viabilidad de las semillas de maíz.

De la observación de las plantas obtenidas de la germinación de semillas en las dosis de 20, 40 y 60 segundos, se puede mencionar que aquellas plantas obtenidas de semillas irradiadas muestran un desarrollo menor en cuanto a la altura en relación con el testigo, siendo esto especialmente notable en aquéllas obtenidas de la dosis de 60 segundos. También puede notarse que las plantas que se produjeron de las semillas irradiadas durante 20 segundos muestran su tallo ligeramente más grueso en comparación con los testigos y, además, se vio que el testigo presenta una coloración verde más obscura que la que presentaban todas las plantas obtenidas de semillas tratadas.

Respecto al análisis químico por el método A. O. A. C. con base seca que se practicó a los granos de maíz irradiados, sólo se presentan los resultados de la dosis más alta (120 segundos), la más baja (20 segundos) y los controles (Tabla III); en ellos se aprecia que prácticamente la variación que se presenta entre los datos es mínima, pudiéndose decir que no hubo cambios significativos en el valor nutritivo de los granos, debido a su exposición a las microondas.

Finalmente, se puede mencionar que el análisis estadítico que se practicó tanto en la mortalidad de los diferentes estados del desarrollo del insecto, como el practicado para la viabilidad y la germinación de los granos de maíz, siempre fueron altamente significativos ($P < 0.05$).

En relación con los resultados obtenidos de la exposición a las microondas de todos los estados del desarrollo de *Sitotroga cerealella* (Oliv.), se puede afirmar

que este tipo de radiación afecta a los organismos, básicamente durante el tiempo en que son expuestos a dicho factor, ya que no se observaron efectos secundarios como malformaciones o esterilidad de los individuos sobrevivientes. En los muertos se vio una severa deshidratación. En aquellos casos en que no se alcanza un 100% de mortalidad, generalmente los organismos que logran sobrevivir llegan a alcanzar el estado adulto.

También se notó que el porcentaje de adultos que se obtuvo fue disminuyendo conforme el tiempo de exposición a las microondas se incrementaba, con la única excepción de la dosis de 80 segundos en el estado larval. Se observa, además, que tanto para los huevecillos como para las pupas, no se registró la emergencia de adultos en las dosis de 80, 100 y 120 segundos, mientras que en las larvas sólo en las dosis de 120 segundos no se presentaron adultos.

Por otra parte, se puede decir que el estado de desarrollo del insecto que presentó una mayor resistencia a la acción del factor con que fueron tratados, fue el estado larval, ya que para producir un 100% de mortalidad en este estado se necesitó exponer a los individuos a la dosis con el mayor tiempo, o sea, la correspondiente a 120 segundos; también para este caso se obtiene el valor más alto en relación con la dosis letal cien (DL_{100}) en comparación con los demás estados del desarrollo. Esta resistencia de las larvas es atribuible a que en este estado el alimento es transformado principalmente en tejido graso, el cual sirve como protección a la larva, ya que debido a su menor contenido en agua absorbe una menor cantidad de energía proveniente de los quanta de las microondas y, por lo tanto, se produce un menor calentamiento, ya que el patrón de absorción de las microondas varía según el tipo de tejido (Michaelson, S. L., 1972, Johnson, C. C. et al, 1972). Además, en el caso de las larvas se puede apreciar un alza en los resultados en el caso de la dosis de 80 segundos (Gráfica 3), el cual puede deberse a que por azar en esta dosis se utilizó una gran proporción de larvas que estaban por finalizar su desarrollo y, por lo tanto, presentaban una mayor resistencia debido a su alto contenido de tejido graso; sin embargo, para el estado larval, también se encontró que la dosis letal media (DL_{50}) presenta el valor más bajo comparado con los otros estados del desarrollo debido tal vez al hecho de que las larvas más pequeñas son sumamente susceptibles al calentamiento producido por la absorción de la radiación.

Debido a que los huevecillos, pupas y adultos presentan una mayor proporción de tejidos con alto contenido de agua y una menor proporción de tejido graso, absorben una mayor cantidad de quanta de energía, produciendo, así, un mayor calentamiento, lo cual produce que sea menor el tiempo de exposición necesario para alcanzar un valor del 100% en la mortalidad de los estados.

Po lo tanto, por su resistencia a la acción de las microondas, se tendrán en orden decreciente a:

1. Larvas.
2. Huevecillos.
3. Pupas y adultos.

En relación con la irradiación de las larvas, las diferencias encontradas entre nuestros resultados y los de Kirkpatrick et. al. (1971), se deben a que él usó una potencia cuatro veces mayor a la nuestra; sin embargo, vemos que en las dosis menores, nosotros obtuvimos un porcentaje de mortalidad más elevado, sobre todo en la dosis más baja, 53% por encima de sus resultados; en el resto de las dosis las diferencias van de 6.66% hasta 24.4% superiores nuestros resultados.

Con respecto a los resultados obtenidos por Tilton, et. al. (1972) no se pudo llevar a cabo la comparación debido a que éstos no informan la potencia utilizada.

Con referencia a los granos que fueron expuestos a las microondas se puede afirmar que éstos son más susceptibles a esta radiación que el propio insecto, dado que el 100% muere a un tiempo de exposición en el que todavía no se alcanza el 100% de mortalidad de los diferentes estados del desarrollo de la palomilla. Por otra parte, se puede mencionar que la utilización de este método físico para el combate de esta palomilla en los granos de maíz, es recomendable sólo en el caso de que estos granos vayan a ser destinados para la alimentación, ya que al ser tratados no se afecta su composición química ni valor nutritivo y no es recomendable para aquellos granos que se vayan a destinar para la siembra.

LITERATURA CITADA

ALBERT, E. N. & M. DE SANTIS, 1975. Do microwaves alter nervous system structure? *Ann. Acad. Sci. 247*:87-105.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST, 1960. *Official Methods of Analysis.* 9th. Edit. wash 832 p.

ATWATER, H. A., 1962. *Introduction to microwave theory.* McGraw Hill Comp. Inc. New York, 244 p.

BERNARDE, M., 1970. *El hambre. Problema mundial.* Edit. Rev. México, 128 p.

JENSEN, C. O., W. SACKS and F. A. BALDAWSKI, 1951. The reduction of Triphenil tetrazolium Choride by deshidrogenases of corn embryos. *Science 113*(924):65-66.

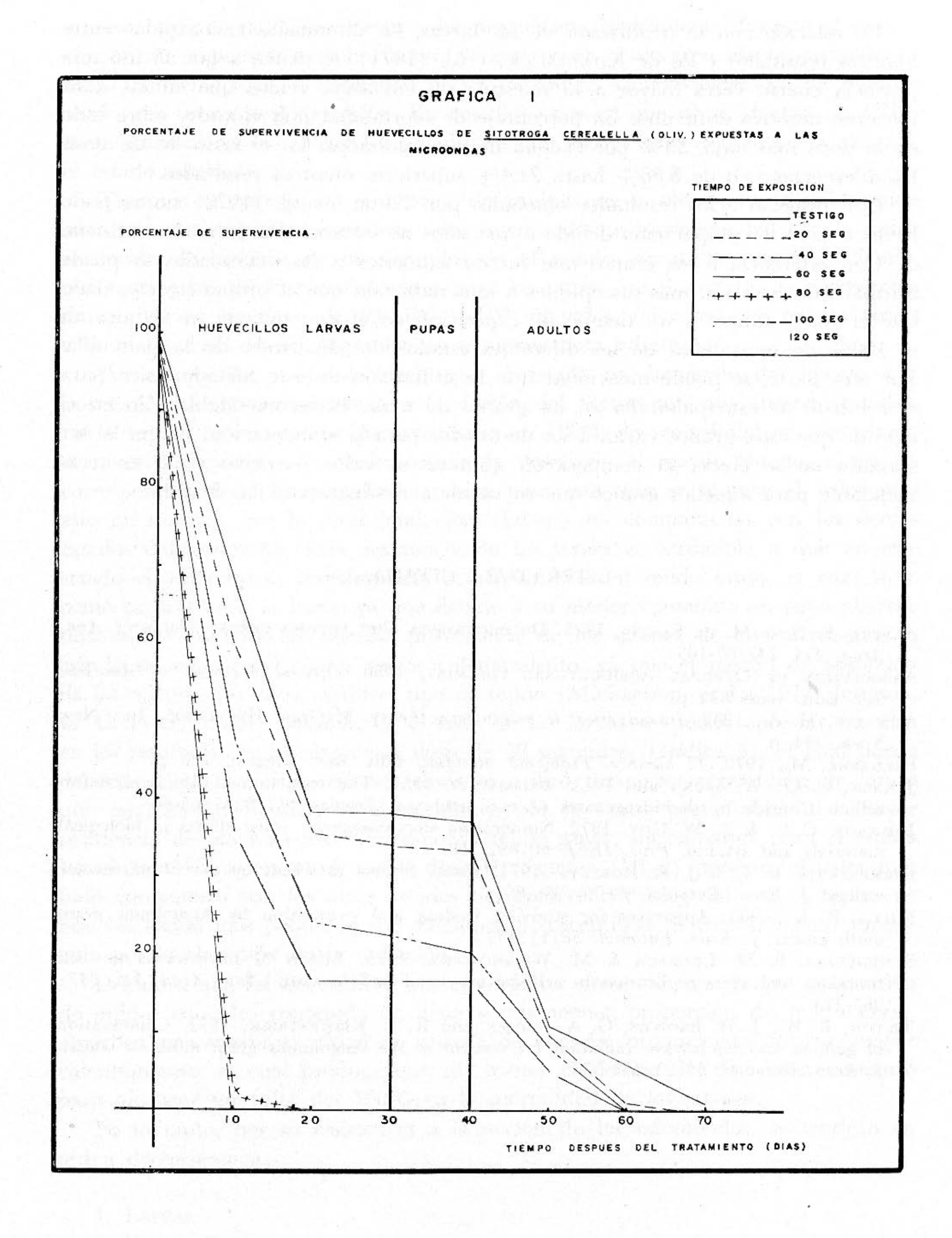
JOHNSON, C. C. & A. W. GUY, 1972. Nonionizing electromagnetic wave effects in biological materials and systems. *Proc. IEEE 60*:692-718.

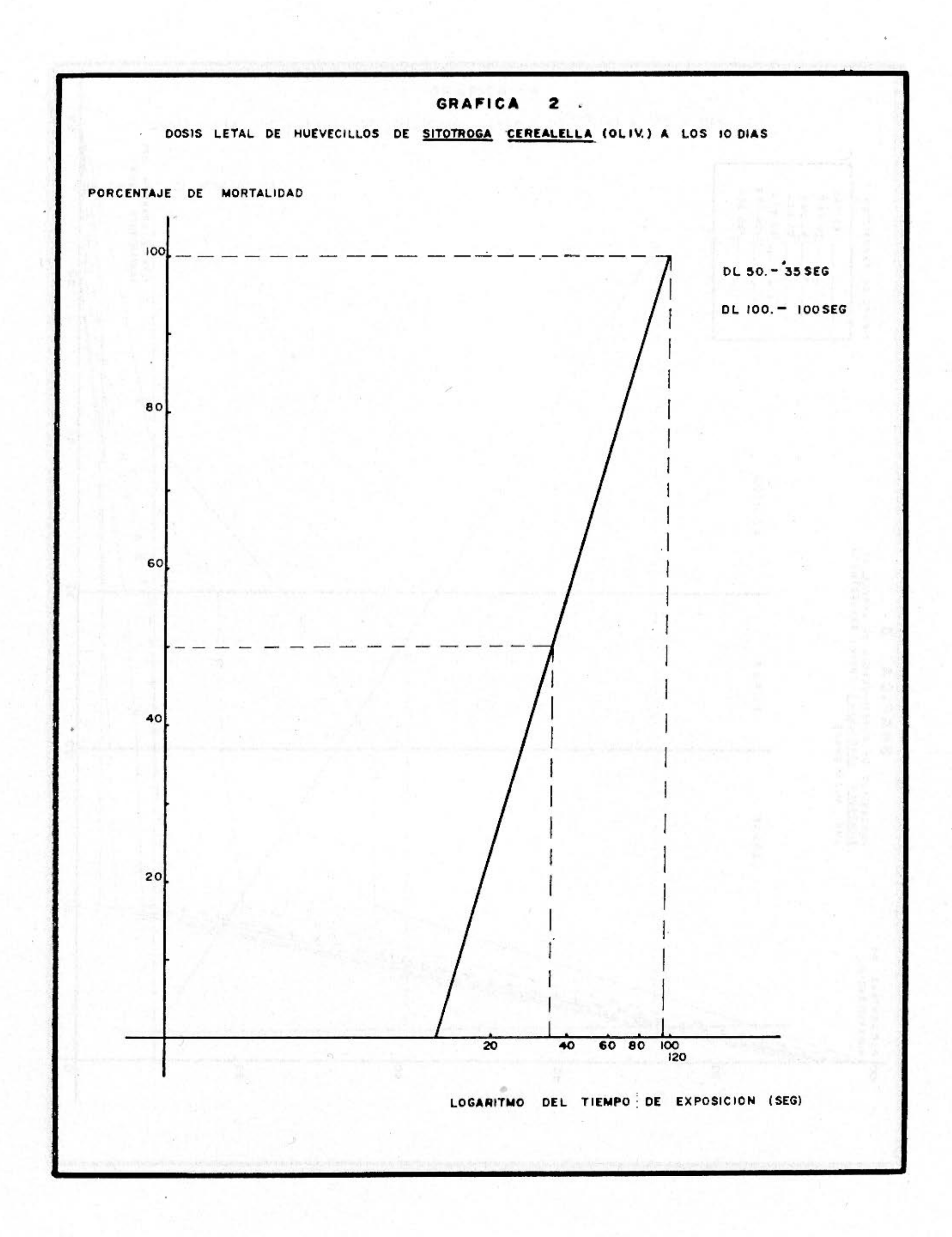
KIRKPATRICK, R. L. & J. R. ROBERTS, 1971. Insect control in wheat by use of microwave energy. *J. Econ. Entomol. 64*(4):950-951.

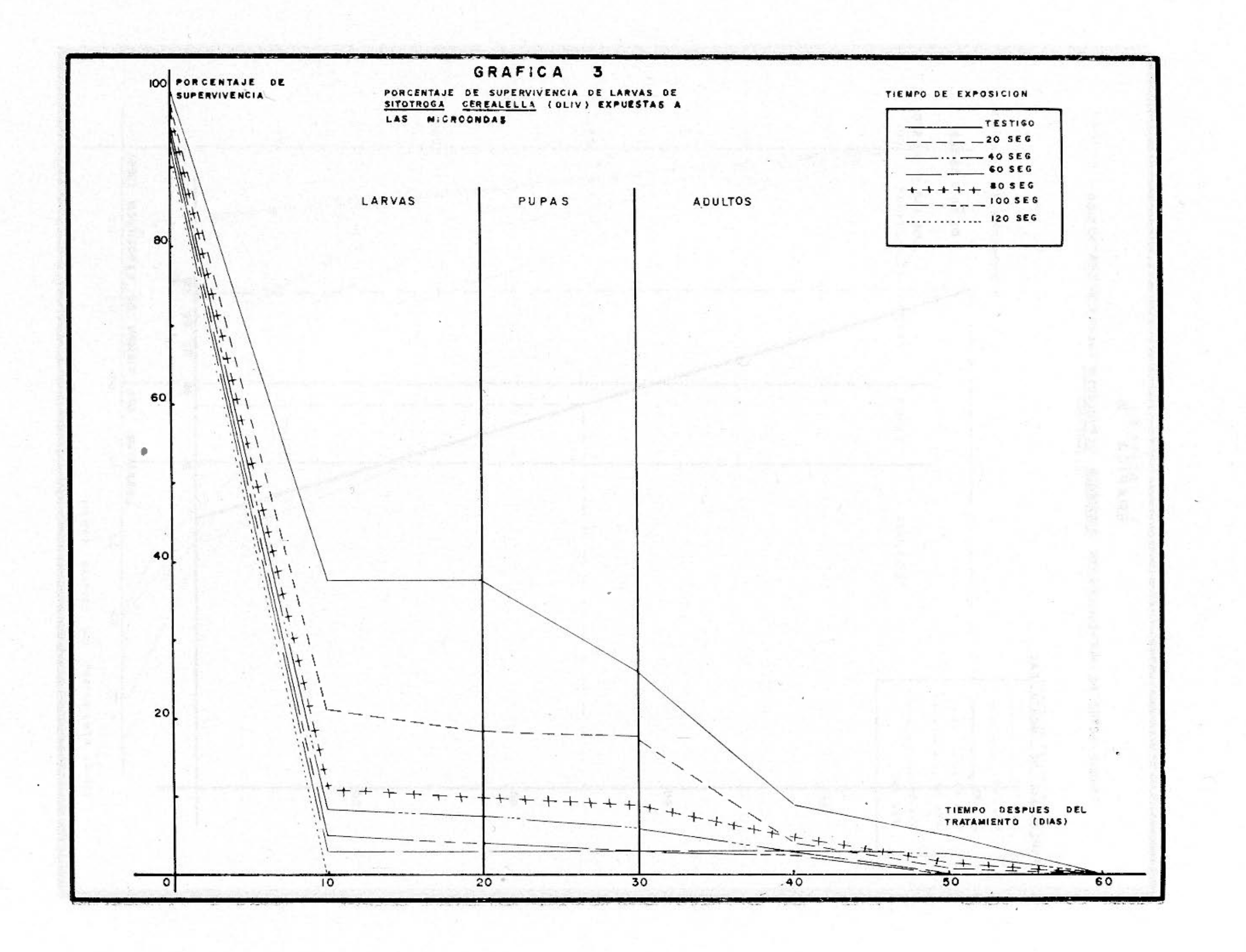
MILLS, R. B., 1965. Apparatus for studying feeding and oviposition by Angoumois grain moth adults. *J. Econ. Entomol. 58*(1):177.

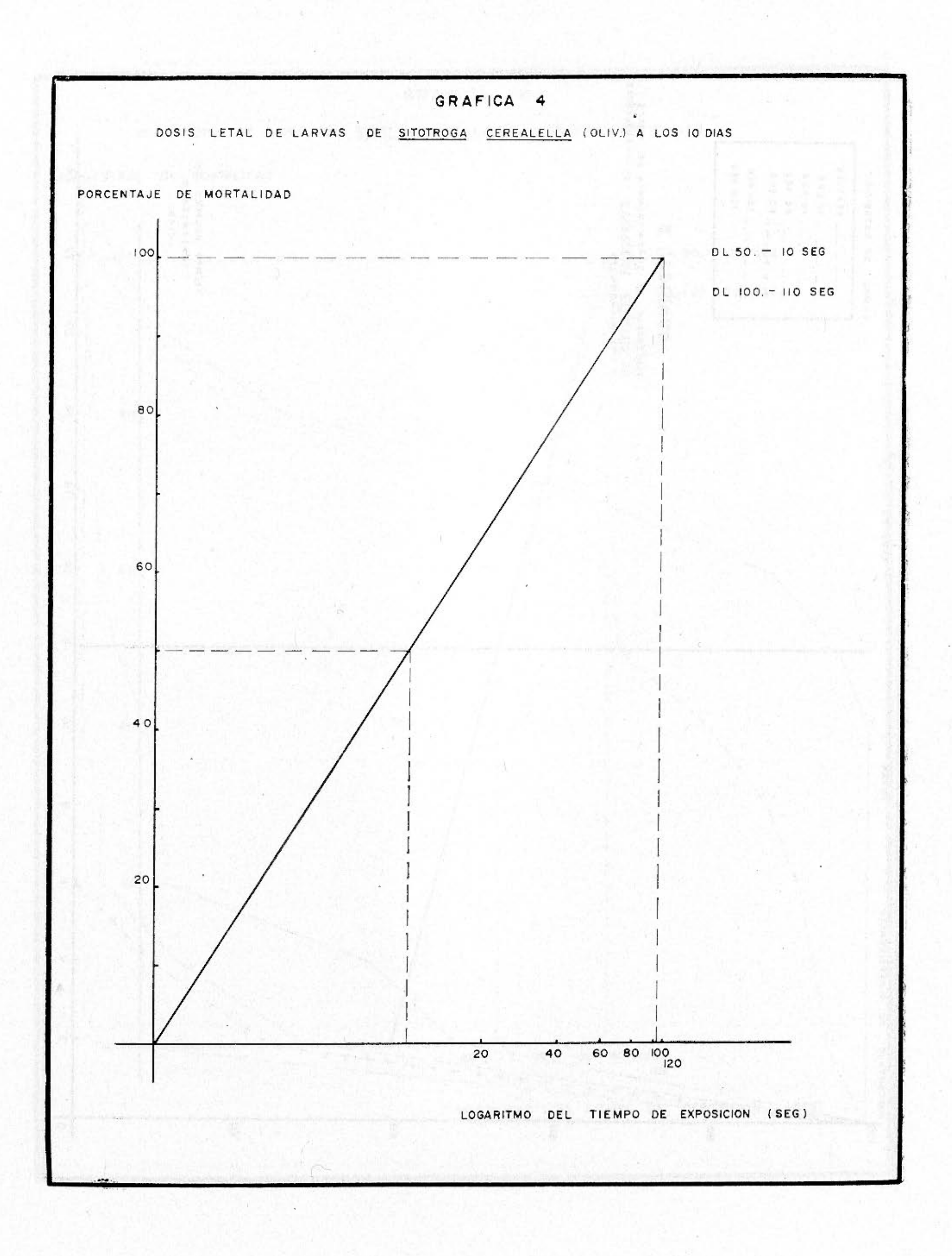
SZMIGIELSKI, S. M. LUCZACK & M. WIRANOWSKA, 1975. Effects of microwaves on cell functions and virus replication in cell culture irradiated in vitro. *Ann. Acad. Sci. 247*: 263-273.

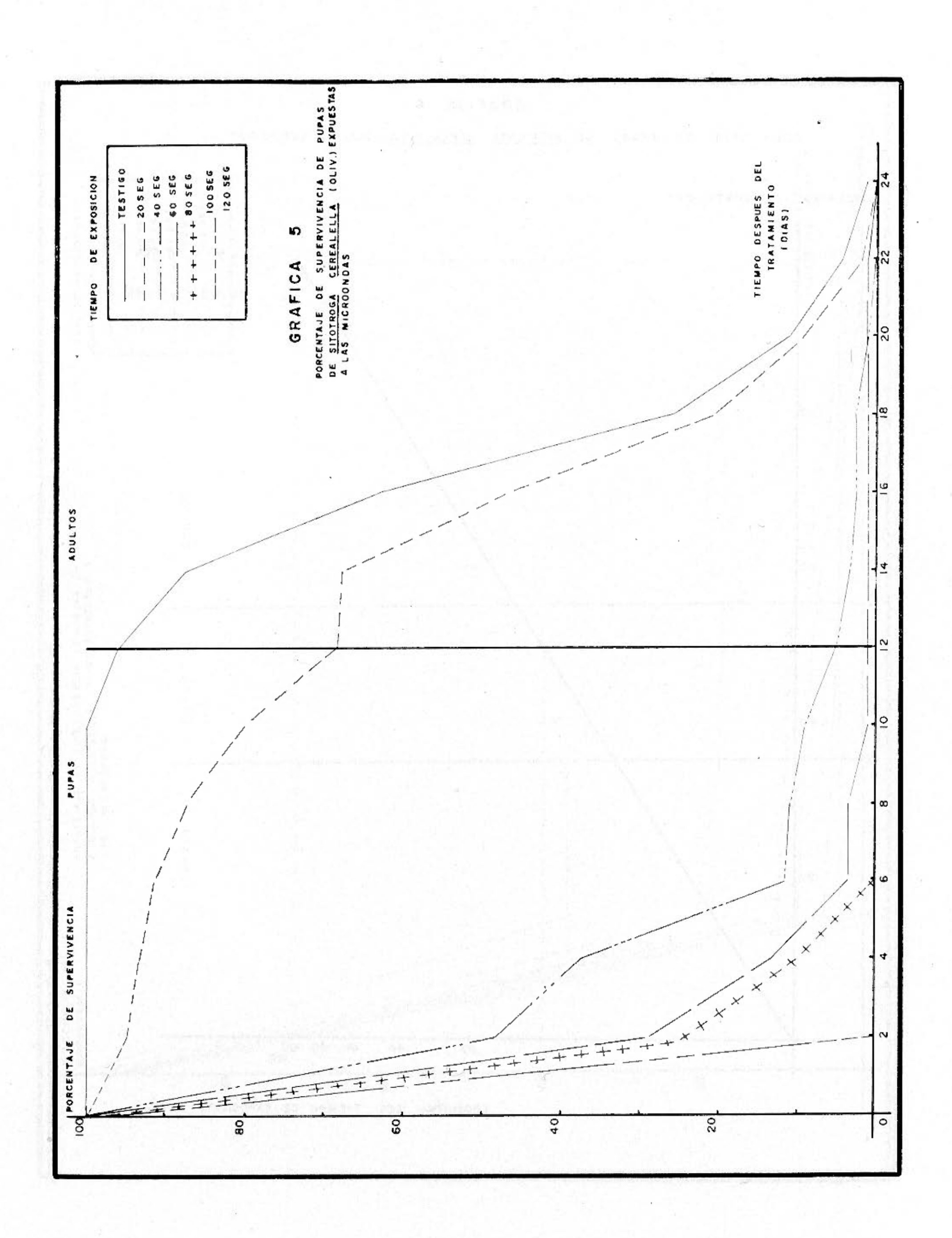
TILTON, E. W., J. H. BROWER, G. A. BROWN and R. L. KIRKPATRICK, 1972. Combination of gamma and microwave radiation for control of the Angoumois grain moth in wheat. *J. Econ. Entomol. 65*(2):531-533.

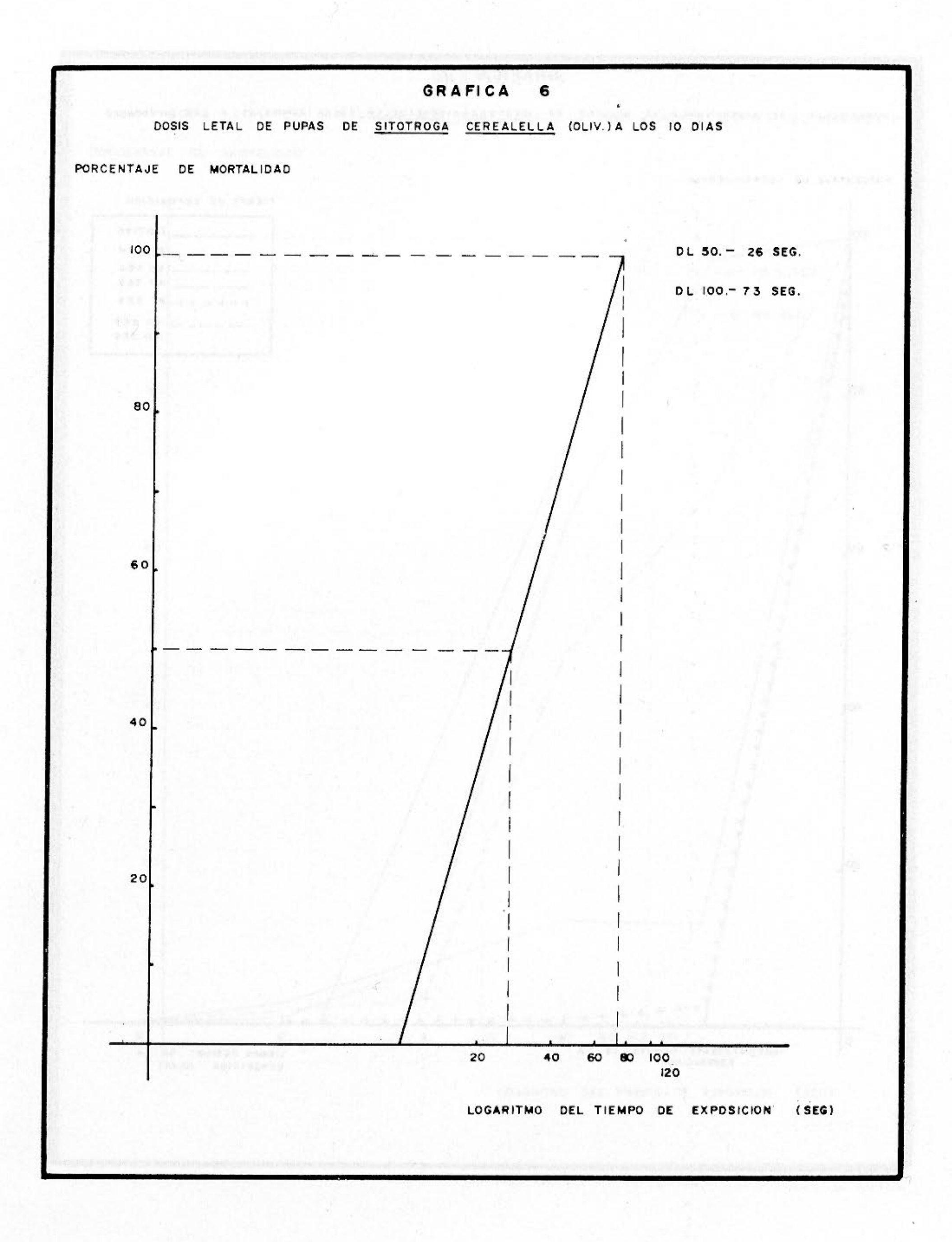

GRAFICA I
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE HUEVECILLOS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) EXPUESTAS A LAS MICROONDAS
TIEMPO DE EXPOSICION
TESTIGO
20 SEG
40 SEG
60 SEG
80 SEG
100 SEG
120 SEG
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA
HUEVECILLOS
LARVAS
PUPAS
ADULTOS
100
80
60
40
20
10
20
30
40
50
60
70
TIEMPO DESPUES DEL TRATAMIENTO (DIAS)

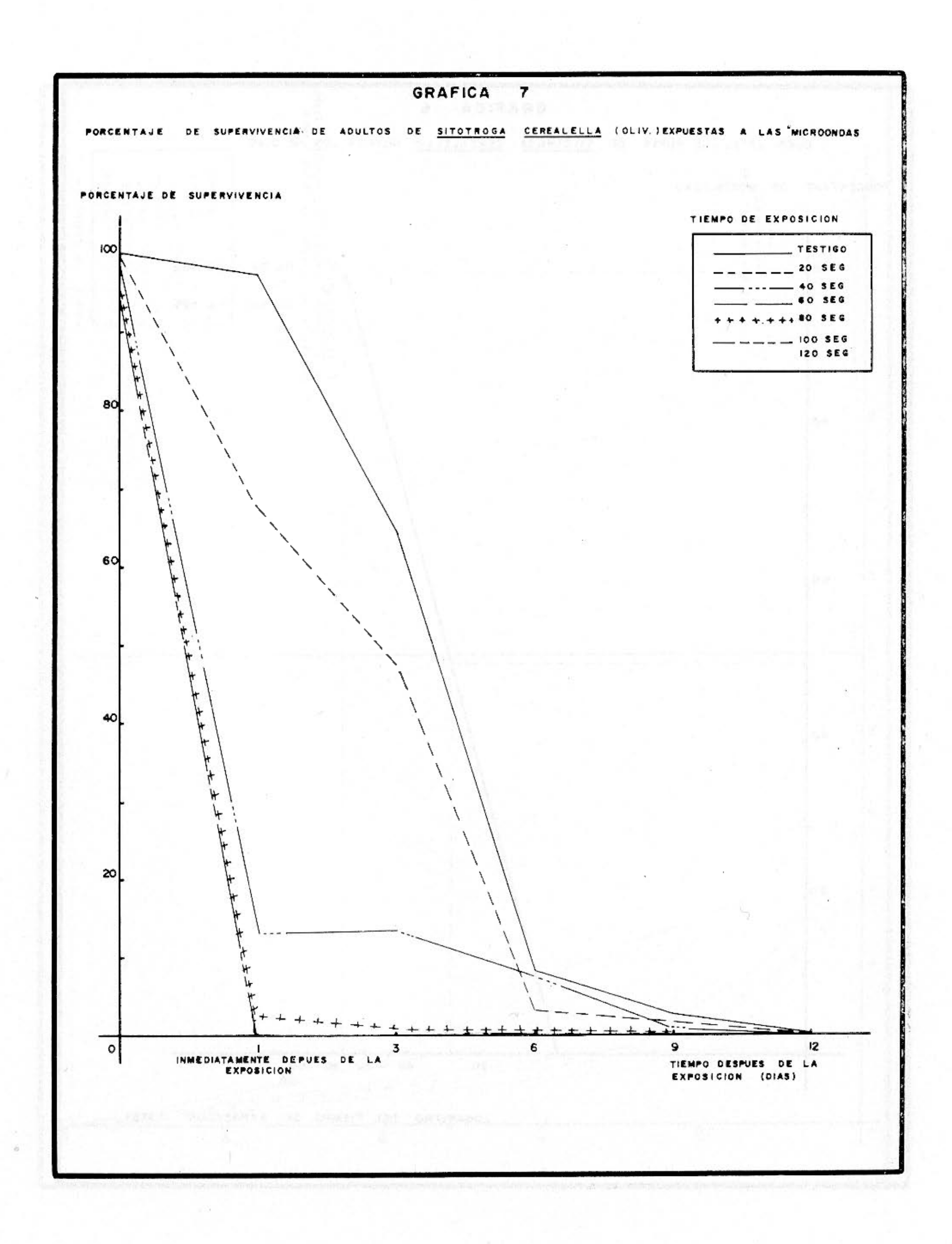

GRAFICA 2 .
DOSIS LETAL DE HUEVECILLOS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) A LOS 10 DIAS
PORCENTAJE DE MORTALIDAD
100
80
60
40
20
DL 50.- 35 SEG
DL 100.- 100 SEG
20
40
60
80
100
120
LOGARITMO DEL TIEMPO DE EXPOSICION (SEG)

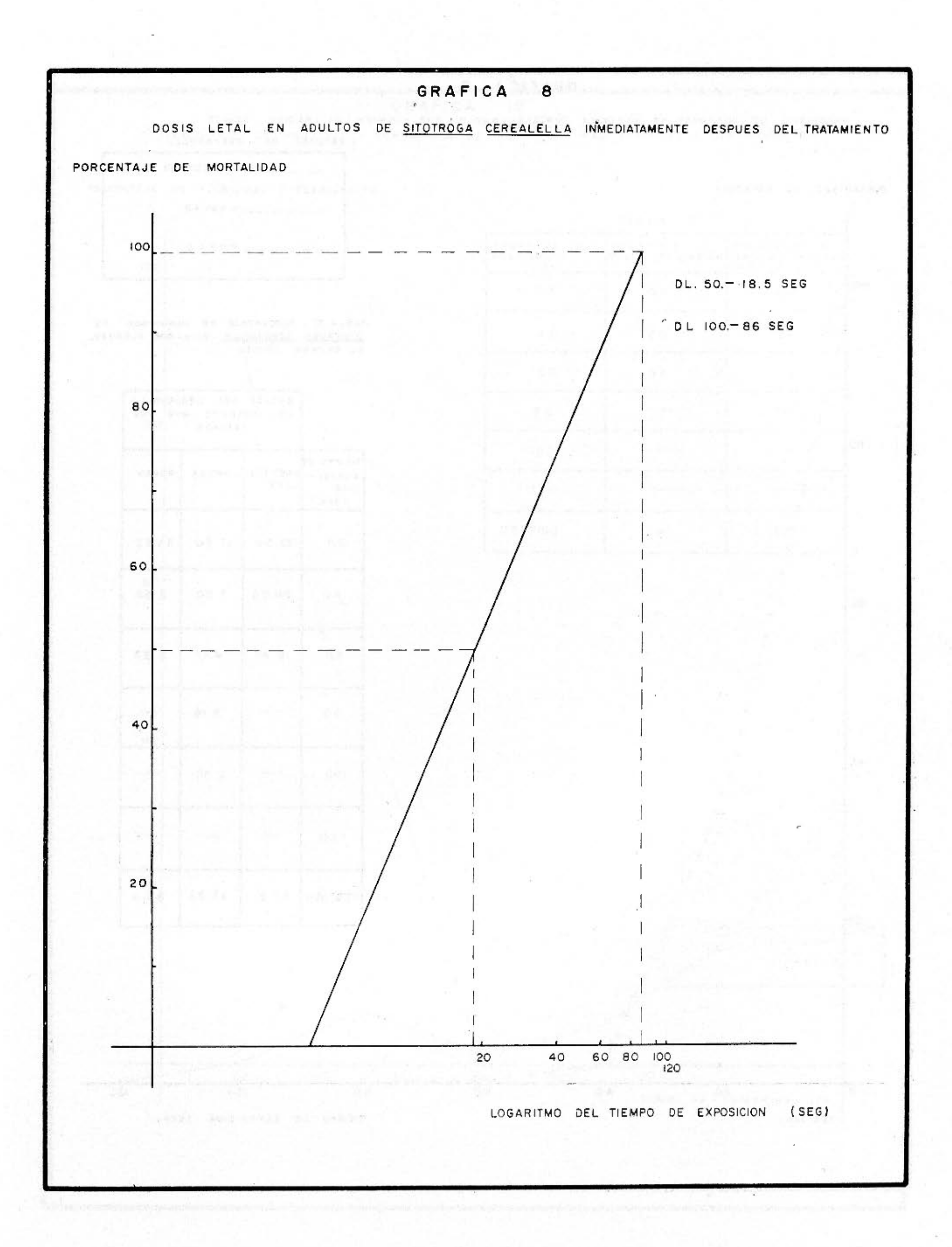

GRAFICA 3
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE LARVAS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV) EXPUESTAS A LAS MICROONDAS
TIEMPO DE EXPOSICION
TESTIGO
20 SEG
40 SEG
60 SEG
80 SEG
100 SEG
120 SEG
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA
LARVAS
PUPAS
ADULTOS
TIEMPO DESPUES DEL TRATAMIENTO (DIAS)
100
80
60
40
20
0
10
20
30
40
50
60


GRAFICA 4
DOSIS LETAL DE LARVAS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) A LOS 10 DIAS
PORCENTAJE DE MORTALIDAD
100
80
60
40
20
DL 50. — 10 SEG
DL 100. — 110 SEG
20
40
60
80
100
120
LOGARITMO DEL TIEMPO DE EXPOSICION (SEG)


GRAFICA 5
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE PUPAS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) EXPUESTAS A LAS MICROONDAS
TIEMPO DE EXPOSICION
TESTIGO
20 SEG
40 SEG
60 SEG
80 SEG
100 SEG
120 SEG
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA
PUPAS
ADULTOS
TIEMPO DESPUES DEL TRATAMIENTO (DIAS)
100
80
60
40
20
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24


GRAFICA 6
DOSIS LETAL DE PUPAS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) A LOS 10 DIAS
PORCENTAJE DE MORTALIDAD
100
80
60
40
20
DL 50.- 26 SEG.
DL 100.- 73 SEG.
20
40
60
80
100
120
LOGARITMO DEL TIEMPO DE EXPOSICION (SEG)


GRAFICA 7
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ADULTOS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) EXPUESTAS A LAS MICROONDAS
PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA
TIEMPO DE EXPOSICION
TESTIGO
20 SEG
40 SEG
60 SEG
80 SEG
100 SEG
120 SEG
100
80
60
40
20
0
1
3
6
9
12
INMEDIATAMENTE DEPUES DE LA EXPOSICION
TIEMPO DESPUES DE LA EXPOSICION (DIAS)


GRAFICA 8
DOSIS LETAL EN ADULTOS DE SITOTROGA CEREALELLA INMEDIATAMENTE DESPUES DEL TRATAMIENTO
PORCENTAJE DE MORTALIDAD
100
80
60
40
20
DL. 50.- 18.5 SEG
DL 100.- 86 SEG
20
40
60
80
100
120
LOGARITMO DEL TIEMPO DE EXPOSICION (SEG)

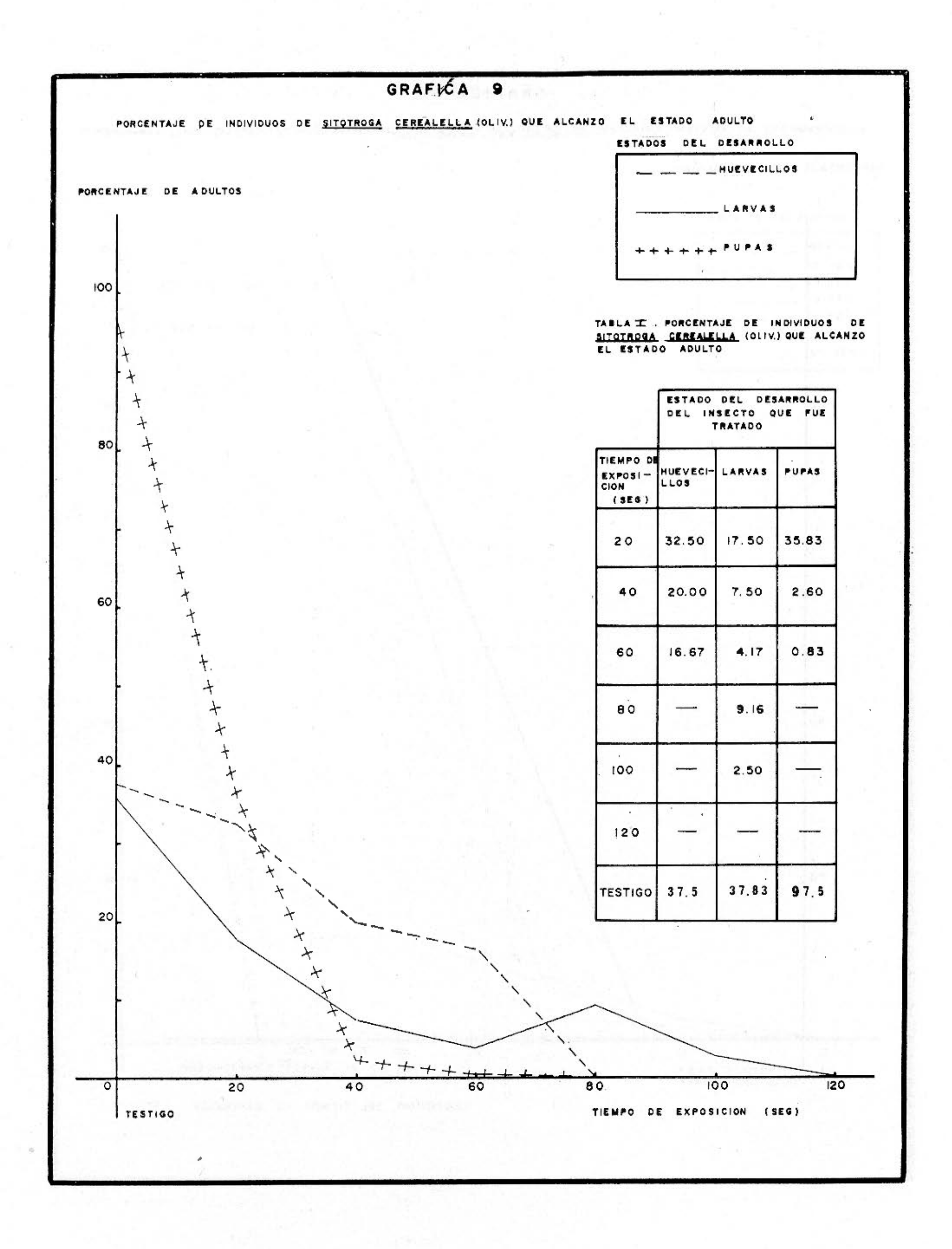


TABLA II. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DE SITOTROGA CEREALELLA (OLIV.) QUE ALCANZO EL ESTADO ADULTO

TIEMPO DE EXPOSICION (SEG)	ESTADO DEL DESARROLLO DEL INSECTO QUE FUE TRATADO		
	HUEVECILLOS	LARVAS	PUPAS
20	32.50	17.50	35.83
40	20.00	7.50	2.60
60	16.67	4.17	0.83
80	—	9.16	—
100	—	2.50	—
120	—	—	—
TESTIGO	37.5	37.83	97.5

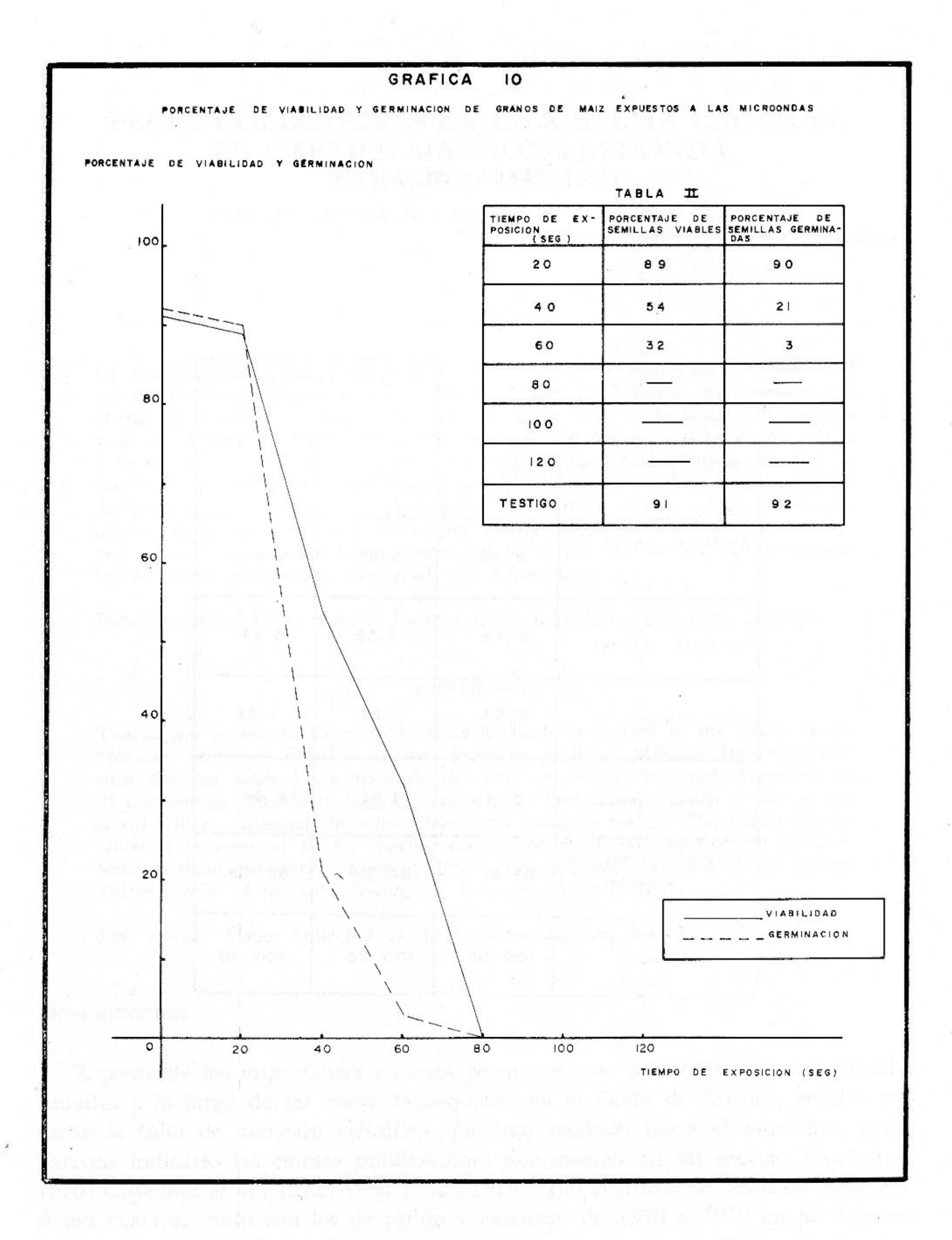


TABLA II

TIEMPO DE EXPOSICION (SEG)	PORCENTAJE DE SEMILLAS VIABLES	PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS
20	89	90
40	54	21
60	32	3
80	—	—
100	—	—
120	—	—
TESTIGO	91	92

TABLA III

ANALISIS QUIMICO POR EL METODO A. O. A. C. EN BASE SECA DEL GRANO DE MAIZ EXPUESTO A LAS MICROONDAS

CONSTITUYENTES (%)	TESTIGO	TIEMPO DE EXPOSICION A LAS MICROONDAS (SEG) 20	120
PROTEINA CRUDA (N X 6.25)	8.62	8.87	8.41
EXTRACTO ETEREO	4.48	5.55	5.24
CENIZAS	0.93	1.27	1.31
FIBRA CRUDA	2.06	3.81	2.96
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	83.91	80.50	82.08
TOTAL	100.00	100.00	100.00